

Oportunidades de arbitraje en activos de renta fija del mercado de TES Colombiano

Julián Lopera Muñetón

jlopera6@eafit.edu.co

Asesor:

Juan Felipe Cardona Llano

Resumen

El arbitraje, comprendido como el beneficio económico de la compra y venta de manera simultánea de un mismo activo que se negocie en diferentes mercados, en el contexto colombiano se evidencia cuando los TES al negociarse en dos plataformas de manera simultánea abre la posibilidad de realizar operaciones de arbitraje. Al tomar como punto de partida esta premisa, el presente artículo busca determinar por medio de un ejercicio práctico la viabilidad de arbitraje en el mercado de TES colombiano. Este ejercicio se divide en dos partes. La primera implementa la teoría de precios de arbitraje (APT) con el fin de determinar si existe una prima de arbitraje. Entre tanto, la segunda parte una vez comprobado que dicha prima de arbitraje se distribuye normalmente, se desarrolla un ejercicio econométrico que corrobore estas oportunidades de arbitraje.

Palabras clave

Renta Fija, Arbitraje, SEN, Master Trader, Deuda Pública, TES

Abstract

Arbitration, understood as the economic benefit of the simultaneous purchase and sale of the same asset that is traded in different markets, in the Colombian context, it is evidenced that the TES, negotiated in two platforms simultaneously, opens the possibility of carrying out operations of arbitration. Taking this into account, the present article seeks to determine through a practical exercise the viability of arbitration in the Colombian TES market. This

exercise is divided into two parts, where the first one implements the Arbitrage Price Theory (APT) in order to determine if there is an arbitration premium, and in the second part, once it has been proven that this arbitration premium is normally distributed, an econometric exercise is developed to corroborate these arbitrage opportunities.

Key Words

Fixed Income, Arbitrage, SEN, Master Trader, Public Debt, TES

1. Introducción

El arbitraje, entendido como la acción simultánea de comprar y vender un mismo activo para beneficiarse de las diferencias de precios en múltiples mercados o plataformas, ha sido un tema ampliamente estudiado en las finanzas modernas debido a la alta integración y dependencia de los mercados financieros a nivel mundial. Tal interrelación ha permitido que las empresas y gobiernos busquen nuevas formas de financiación y expansión a través del recaudo de recursos en diferentes mercados, promoviendo así el arbitraje de los distintos tipos de activos o títulos valores que estos emitan.

Gracias a la apertura económica de Colombia, en conjunto con sus esfuerzos por ser un país cada día más globalizado, han permitido que el arbitraje se realice tanto entre los mercados internos como externos. En el primer caso se tienen como ejemplo las diferencias de precio de un mismo activo que se generaban cuando las bolsas de valores de Colombia no estaban integradas. Así mismo, en el caso de los mercados externos se pueden observar los diferentes precios que se generan entre los ADR (American Depositary Receipt) y sus activos subyacentes en el país.

Al enfocarse en los mercados internos de Colombia, actualmente se evidencian oportunidades de arbitraje en la negociación de los títulos de endeudamiento soberano (TES), dado que el mismo activo opera en dos plataformas de

negociación simultáneamente, llamadas Sistema Electrónico de Negociación (SEN) y Master Trader.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este artículo es demostrar por medio de un ejercicio práctico, la viabilidad de arbitraje en el mercado de TES colombiano, dado el diferencial de precios que se puede generar en los dos sistemas de negociación en que transan actualmente.

En el artículo se escogió como muestra la referencia de TES con mayor volumen transaccional de cada segmento de la curva de rendimientos; es decir la parte corta, media y larga de la misma. De igual manera, para la serie de datos se usó toda la historia disponible en Bloomberg hasta el 15 de abril de 2019.

2. Antecedentes

a) Arbitraje en Colombia

De acuerdo con Greene (2017), “en finanzas e inversiones, el arbitraje es una técnica que los traders usan para obtener una utilidad garantizada libre de riesgo, al tomar ventaja de las leves y temporales diferencias en los precios de mercado de un título valor o activo”. Este arbitraje requiere que los mismos títulos valores o activos estén listados en múltiples mercados con diferentes precios, de tal forma que los traders puedan comprar el instrumento financiero en un precio menor, para inmediatamente venderlo en un precio mayor y quedarse con la diferencia. En otras palabras, los traders se aprovechan de las ineficiencias del mercado para generar utilidades a través de estas.

Al tener en cuenta estas ineficiencias del mercado, múltiples estudios han generado hipótesis acerca de los mercados eficientes. Por una lado, argumentan que estas se generan porque los mercados no reflejan toda la información contenida en los estados de resultados y recomiendan estrategias basadas en el análisis profundo de los reportes financieros para explorar los factores que puedan explicar dichas diferencias de precio (Piotroski, 2000) (Mohanram,

2005). De otra parte, los autores de la rama de las finanzas del comportamiento argumentan que las desviaciones de los precios frente a los fundamentales pueden existir debido a que el arbitraje es costoso, arriesgado y en muchas ocasiones imposible debido a las limitaciones de intercambio dentro de los mercados (Shleifer, 2000) (Shleifer & Vishny, 1997).

Esta última teoría sirve de punto de partida para la elaboración del presente trabajo, al afirmar que el arbitraje representa un rol crucial en las finanzas modernas, puesto que hace posible que los mercados se vuelvan eficientes. Dicha eficiencia se genera cuando el arbitraje, como mecanismo de incorporación de información a los precios, ajusta los desequilibrios de un mismo activo entre mercados diferentes. Para alcanzar eficiencia en los mercados no es necesario que todos los agentes sean racionales o tengan la misma cantidad de información disponible, debido a que el arbitraje hace posible que se ajusten los precios del mercado a los fundamentales del activo, a través de la mayor información que posee el arbitrador o árbitro (Shleifer, 2000).

De acuerdo con Galdi y Lopes (2013), para que el arbitraje sea efectivo en los mercados actuales, deben existir las siguientes condiciones. En primer lugar, el mercado debe ser lo suficientemente líquido para soportar la ejecución de órdenes de este tipo de inversionistas, ya que los arbitrades tienden a negociar grandes sumas en nombre de fondos de inversiones, fondos de pensiones y bancos. En segunda instancia, deben estar disponibles los mismos activos para permitir el arbitraje, teniendo en cuenta que las estrategias de arbitraje usualmente consisten en comprar un activo en específico y vender el mismo a un mejor precio. Por último, deben existir las ventas en corto u otros mecanismos similares como los derivados, con el fin de permitirle a los traders entrar en momentos de crisis.

Estas condiciones esenciales para la ejecución de arbitraje no son ajenas al mercado colombiano, incluso en la época donde no se había creado una Bolsa de Valores integrada en el país. Este es el ejemplo donde Gutiérrez y Otero (2007), demostraron las oportunidades de arbitraje desde 1963 hasta 2001 entre las Bolsas de Valores de Bogotá y Medellín, concluyendo que dichas

oportunidades podrían haberse aprovechado en el corto tiempo, mas no en el largo plazo, dada la integración paulatina de la información de ambas Bolsas de Valores.

Asimismo, se evidencia que en la actualidad es posible realizar arbitraje entre los ADRs y las acciones subyacentes del mercado colombiano, al efectuar arbitraje tipo I¹ en el mercado americano o arbitraje tipo II² en el mercado local. Este diferencial de precios se ve afectado no solo por los movimientos de los precios en ambos mercados, sino también por las variaciones del tipo de cambio y los costos transaccionales. Adicionalmente, aumentan las oportunidades de arbitraje en periodos de alta volatilidad de precios, dado que estos tienen un periodo de ajuste más amplio (Acevedo, Fleisman, Montoya, & Mora, 2011).

Finalmente, teniendo en cuenta que los TES (títulos de endeudamiento soberano) operan tanto en el SEN como el Master Trader, es evidente que al negociarse un mismo título en distintos mercados, o en este caso plataformas, se presentan frecuentemente diferencias en precio entre dichos sistemas, haciendo posible la realización de una combinación de operaciones que permiten capitalizar el desequilibrio de dichos precios. Es decir, comprar barato en una plataforma para vender caro en otra.

Hoy en día, tales desequilibrios son usualmente ajustados por la negociación activa de los distintos agentes del mercado que tienen acceso a ambas plataformas, los cuales ejecutan operaciones manuales en los sistemas buscando generar ganancias a través de estos. Teniendo en cuenta que en Colombia actualmente son personas las que operan este mercado, debido a la rigidez de los sistemas para su adaptación al trading algorítmico, es evidente que la velocidad de reacción es más lenta que los robots que tienen implementados en mercados más desarrollados como Estados Unidos, ya que estas personas deben monitorear múltiples activos y vencimientos de deuda pública (TES tasa fija, TES UVR y TES corto plazo) en dos sistemas de negociación simultáneamente.

¹ Cuando el precio del ADR es mayor que el precio de la acción

² Cuando el precio de la acción es mayor al precio del ADR

Con base en la anterior situación de arbitraje, se describirá a continuación las dos plataformas donde se pueden transar los TES.

b) Sistemas Transaccionales

Actualmente el mercado de renta fija en Colombia, específicamente el mercado de deuda pública, es transado a través de dos plataformas: SEN y Master Trader. En primera instancia se tiene el SEN (Sistema Electrónico de Negociación), el cual de acuerdo con el Banco de la República Colombia (2013) es:

El sistema de negociación y registro de operaciones sobre valores, administrado por el Banco de la República, a través del cual los Agentes pueden celebrar, mediante estaciones de trabajo remotas, operaciones de compraventa al contado o a plazo, operaciones de Reporto o Repo, operaciones Simultáneas, operaciones de Transferencia Temporal de Valores TTV con títulos de deuda pública interna o externa que se encuentren registrados electrónicamente o depositados en un depósito centralizado de valores. Además, mediante este sistema las entidades financieras legalmente facultadas pueden celebrar y registrar operaciones de préstamo de dinero en el mercado interbancario.

Dicha plataforma solo puede ser usada por aquellas entidades que pertenezcan al programa de creadores del mercado del Ministerio de Hacienda, el cual está compuesto por trece entidades financieras, de las cuales tres son aspirantes y diez son creadores. Aquí, cada mes dichas entidades reciben un puntaje de acuerdo con su gestión y cumplimiento del programa, con el cual se realiza el ranking para determinar sus miembros (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2017).

En segunda instancia se tiene el sistema de negociación llamado Master Trader, el cual cumple las mismas funciones del SEN, con la diferencia de que al ser administrado por la Bolsa de Valores de Colombia permite la participación de todos los agentes financieros. Adicionalmente, dicho sistema permite la negociación de acciones, derivados y deuda privada (Bolsa de Valores de Colombia, 2018). Cabe resaltar que el Master Trader es la actualización al MEC

Plus (Mercado Electrónico de Colombia) que fue lanzada en Septiembre del 2018 (Redacción Economía, 2018) y que de acuerdo con las cifras provistas por el Comité Técnico del MEC de la Bolsa de Valores de Colombia, el volumen de los TES ha migrado del sistema transaccional Master Trader al SEN después dicha actualización, restándole así liquidez al Master Trader (Bolsa de Valores de Colombia, 2019).

Finalmente, teniendo en cuenta que los títulos de deuda pública son transados en las plataformas mencionadas anteriormente, se presenta a continuación una descripción general de estos activos en Colombia.

c) *Títulos de deuda pública en Colombia*

El gobierno en cumplimiento de sus funciones de desarrollo económico de un país, es el principal responsable del ejercicio de las políticas macroeconómicas del mismo. Desde la política fiscal, este gobierno debe velar por la correcta administración de los ingresos, gastos y financiación del sector público que le permitan ya sea, “moderar los ciclos económicos, procurar elevar el nivel de ingreso nacional, redistribuir el ingreso, proveer bienes públicos, aumentar el empleo, etc.” (Banco de la República Colombia, 2013).

Entre los principales mecanismos de recolección de ingresos para el gobierno están los impuestos, ingresos de empresas pertenecientes al Estado, ventas de participación del Estado al sector privado y por último la emisión de bonos y/o títulos valores que representen el pago de dinero en el futuro por parte del gobierno. Es este último al que se le denomina Títulos de Endeudamiento Soberano (TES) y son emitidos por el Ministerio de Hacienda y administrados por el Banco de la República.

Los TES fueron creados por la ley 51 de 1990 la cual define los título de deuda pública como aquellos “documentos y títulos valores de contenido crediticio y con plazo para su redención que emitan las entidades estatales, así como aquellas entidades con participación del Estado superior al 50 por ciento, con independencia de su naturaleza y del orden al cual pertenezcan” (Ley 51, 1990).

Adicionalmente, esta ley determinó que los TES se deben colocar mediante el sistema de subastas, permitiendo así fijar la tasa de interés a pagar por el Estado dependiendo del apetito del mercado en el momento de la emisión. Al ser títulos valores emitidos por el gobierno tienen intrínsecamente el riesgo país, de manera que la calificación de riesgo del país tiene efecto directo en el rendimiento de estos.

Estos títulos se dividen en dos clases dependiendo del destino de los recursos o el objetivo que busca cumplir. En primer lugar, están los TES Clase A, los cuales buscan sustituir la deuda contraída en Operaciones de Mercado Abierto (OMAS) y que podrán ser usados para sustituir la deuda interna de la Nación con el banco central. Cabe resaltar que las OMAS son el principal instrumento del Banco de la República para aumentar o disminuir la cantidad de dinero en circulación. Cuando se necesita aumentar la liquidez, el Banco de la República compra títulos o papeles financieros en el mercado; por el contrario, cuando necesita disminuir la liquidez vende dichos títulos (Banco de la República Colombia, 2013).

En segundo lugar, están los TES Clase B, los cuales serían emitidos para sustituir a los Títulos de Ahorro Nacional (TAN) y de esta forma obtener recursos para financiar apropiaciones del Presupuesto General de la Nación y financiar operaciones temporales de tesorería. Cabe anotar que actualmente solo son emitidos los TES Clase B (Cano-Muñoz & Sánchez-Serna, 2013).

Debido a que el presente trabajo se desarrolla a partir del análisis de arbitraje en los TES Clase B que operan las plataformas del SEN y Master Trader, a continuación, se amplían las características generales y volúmenes de negociación de este tipo de instrumento:

i. Características generales TES Clase B

Los TES Clase B se dividen dependiendo del horizonte de tiempo en que serán utilizados los recursos recaudados. En primer lugar, están los TES de Corto Plazo destinados a financiar las operaciones temporales de tesorería. En

segundo lugar, los TES de Largo plazo destinados a financiar apropiaciones del Presupuesto General de la Nación. A continuación, se exponen sus características generales:

Tabla 1. Características generales TES Clase B

Característica	TES Corto Plazo	TES Largo Plazo
Clase y Denominación	Títulos emitidos a descuento y denominados en la moneda legal colombiana.	Títulos emitidos a tasa fija o variable y denominados en moneda legal colombiana, en dólares de los Estados Unidos de América -USD- o en Unidades de Valor Real -UVR-
Conformación	Conformados únicamente por el principal, el cual será amortizado al final del plazo.	Conformado por el principal, que será amortizado al final del plazo, y por uno o varios cupones de intereses anuales, según corresponda, por ejemplo, un (1) cupón para los títulos de un año, dos (2) cupones para los de dos años, tres (3) cupones para los de tres años, etc.
Plazos de Emisión	Serán emitidos con plazo igual o inferior a un año y no menor a treinta días.	Emitidos con plazo de uno o más años calendario.

Fuente: Elaboración Propia – Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

ii. Volúmenes de Negociación

De acuerdo con el informe semanal de volúmenes transados en el mercado secundario para el 26 de marzo de 2019 publicado por la Dirección General de Crédito Público y Tesoro Nacional del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, los TES registraron los siguientes volúmenes transaccionales:

Tabla 2. Volúmenes semanales TES Tasa Fija en pesos

Título	SEN ³	Master Trader ⁴	Registro ⁵	% Total
11-jun-19	\$ 10.000	\$ -	\$ 10.100	0,11%
10-sep-19	\$ -	\$ -	\$ 40.000	0,22%
10-dic-19	\$ -	\$ 27.000	\$ 11.366	0,21%
11-mar-20	\$ -	\$ -	\$ 1.130	0,01%
11-sep-19	\$ 138.000	\$ 15.000	\$ 234.000	2,16%
24-jul-20	\$ 725.000	\$ 360.000	\$ 954.200	11,38%
04-may-22	\$ 932.000	\$ 264.000	\$ 985.349	12,17%
24-jul-24	\$ 1.494.000	\$ 588.509	\$ 678.700	15,40%
26-nov-25	\$ 1.430.500	\$ 136.000	\$ 1.088.430	14,81%
26-ago-26	\$ 1.122.500	\$ 19.500	\$ 826.300	10,98%
28-abr-28	\$ 1.179.500	\$ 48.690	\$ 1.036.510	12,63%
18-sep-30	\$ 304.500	\$ 12.500	\$ 261.500	3,23%
30-jun-32	\$ 950.000	\$ 89.500	\$ 753.500	10,00%
18-oct-34	\$ 698.500	\$ 82.500	\$ 415.731	6,68%
Total General	\$ 8.984.500	\$ 1.643.199	\$ 7.296.816	100%

Fuente: Elaboración Propia – Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Tabla 3. Volúmenes semanales TES Tasa Fija en UVR

Título	SEN ⁶	Master Trader ⁷	Registro ⁸	% Total
17-abr-19	\$ 242.317	\$ -	\$ 226.454	10,63%
10-mar-21	\$ 546.556	\$ 23.706	\$ 322.106	20,23%
23-feb-23	\$ 836.942	\$ 49.379	\$ 617.847	34,10%
07-may-25	\$ 35.566	\$ -	\$ 76.385	2,54%
17-mar-27	\$ 223.224	\$ -	\$ 86.147	7,01%
25-mar-33	\$ 2.635	\$ -	\$ 14.754	0,39%
04-abr-35	\$ 327.937	\$ 2.635	\$ 132.247	10,49%
25-feb-37	\$ 326.654	\$ 13.171	\$ 304.066	14,60%
16-jun-49	\$ -	\$ -	\$ -	0,00%
Total General	\$ 2.541.831	\$ 88.891	\$ 1.780.006	100%

Fuente: Elaboración Propia – Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

³ Cifras en millones de pesos

⁴ Cifras en millones de pesos

⁵ Cifras en millones de pesos

⁶ Cifras en millones de pesos

⁷ Cifras en millones de pesos

⁸ Cifras en millones de pesos

Como se evidencia en la tabla 2, las cuatro referencias más transadas de los TES Tasa Fija en pesos esa semana fueron en orden de mayor a menor los Julios del 2024, Noviembre del 2025, Abril del 2028 y Mayo del 2022. Adicionalmente, es relevante mencionar que del total transado entre SEN y Master Trader, sin incluir las operaciones de registro, el 84,54% es operado por el SEN, mientras que el 15,46% es operado por el Master Trader. Esta diferencia tan grande es explicada por la obligación de los creadores de mercado de participar activamente en el sistema para de esta forma continuar dentro del ranking de creadores de mercado y seguir teniendo acceso al SEN.

Por otro lado, se evidencia en la tabla 3 que las cuatro referencias más transadas de los TES Tasa Fija en UVR esa semana fueron en orden de mayor a menor los Febreros del 2023, Marzo del 2021, Febrero del 2037 y Abril del 2019. Por otra parte, la participación de cada sistema dentro del total transado, sin incluir las operaciones de registro, es del 96,62% para el SEN y 3,38% para el Master Trader; lo que refleja aún más la relevancia de los creadores de mercado.

Finalmente, teniendo en cuenta que todas las operaciones de registro se realizan por Master Trader, es relevante observar que para los TES Tasa Fija en pesos las operaciones transaccionales representan solo el 15,46% del total transado en el sistema. Entre tanto, para los TES Tasa Fija en UVR representan solo el 4,99% del total transado en el sistema para esa semana. Esto indica que el Master Trader es usado principalmente para las operaciones de registro, lo que le resta liquidez al sistema y a todos los agentes que tienen acceso a este.

3. Metodología y Resultados

Una vez comprendidas las generalidades del arbitraje y su posible aplicación a los TES Tasa Fija dentro los sistemas transaccionales del SEN y Master Trader, se optó por determinar las referencias con mayor liquidez de ambas plataformas, con el fin de escoger los vencimientos de TES más propensos al arbitraje dada la facilidad de abrir y cerrar las posiciones.

Teniendo en cuenta que el arbitraje solo es posible en las operaciones transaccionales, no se incluyeron las operaciones de registro. Adicionalmente, como se observa en las tablas 2 y 3 de los antecedentes, se decidió analizar solamente los TES Tasa Fija en pesos debido a que representan el 80% del volumen transaccional a la fecha. Finalmente, se definió la parte corta de la curva de rendimientos de 1 a 3 años, la parte media de 4 a 8 años y la parte larga de 9 años en adelante, con el fin de seleccionar la referencia con mayor volumen transaccional de cada segmento, buscando así tener una muestra homogénea de todos los vencimientos.

Dado lo anterior las referencias seleccionadas para el estudio son las siguientes:

Parte de la curva de Rendimientos	Vencimiento	Nemotécnico
Corta	4 de Mayo de 2022	TFIT10040522
Media	24 de Julio de 2024	TFIT16240724
Larga	28 de Abril de 2028	TFIT16280428

Después de seleccionar las referencias más propensas al arbitraje se procedió a analizar estas posibilidades basado en la teoría de la fijación de precios de arbitraje (APT) propuesta por Levy y Gunthorpe (1998), donde sugieren que existe un precio único para todos los activos que compartan el mismo tipo de riesgo, es decir, que son sustitutos perfectos por lo cual deberían tener una misma tasa de retorno de equilibrio.

Este modelo propone que cuando dos activos que están expuestos al mismo riesgo y tienen tasas de retorno diferentes, se estaría violando la ley del precio único, promoviendo así a que el arbitraje interfiera en el mercado al comprar el activo subvalorado y vender el sobrevalorado hasta que los precios de dichos activos vuelvan al equilibrio.

Así como lo expresan Acevedo et al. (2011) el proceso anterior de ajuste de precios se puede ver en la siguiente ecuación:

$$\Delta^+ E(r_i) = E(P_{t+1} - P_t + D_t) / \Delta^- P_t$$

Donde $E(r_i)$ representa el retorno esperado, P_t el precio, D_t los dividendos si es el caso de una acción, y los signos representan el ajuste de precios para que los activos lleguen al equilibrio.

Teniendo en cuenta el modelo anterior, el arbitraje con TES se puede expresar de la siguiente manera:

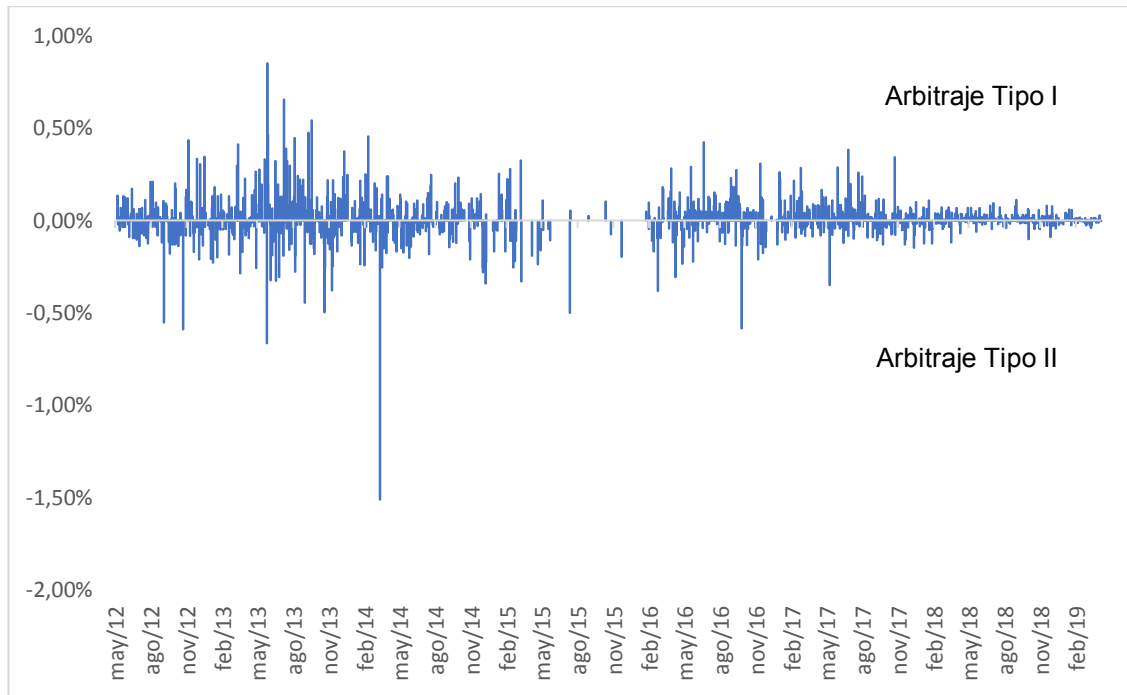
$$E(r_i) = (P_{MT} - P_{SEN})/P_{SEN}$$

Donde $E(r_i)$ representa la prima del arbitraje, P_{MT} el precio registrado en la plataforma de la Bolsa de Valores de Colombia (Master Trader) y P_{SEN} el precio registrado en la plataforma del Banco de la República (SEN).

Cabe resaltar que es posible usar la fórmula del APT gracias a que se está analizando el mismo activo. Se trata de diferentes periodos de tiempos o mercados, pero también diferentes sistemas transaccionales. Adicionalmente, esta fórmula no tiene en cuenta los costos transaccionales dado que al ser una mezcla entre costos fijos que paga toda una compañía y costos variables basados en el nominal transado por el Trader o firma dependiendo de la plataforma, no es posible generalizarlo. Así mismo, es relevante mencionar que no se usó una diferencia logarítmica, con el fin de adaptar la fórmula a la teoría de APT.

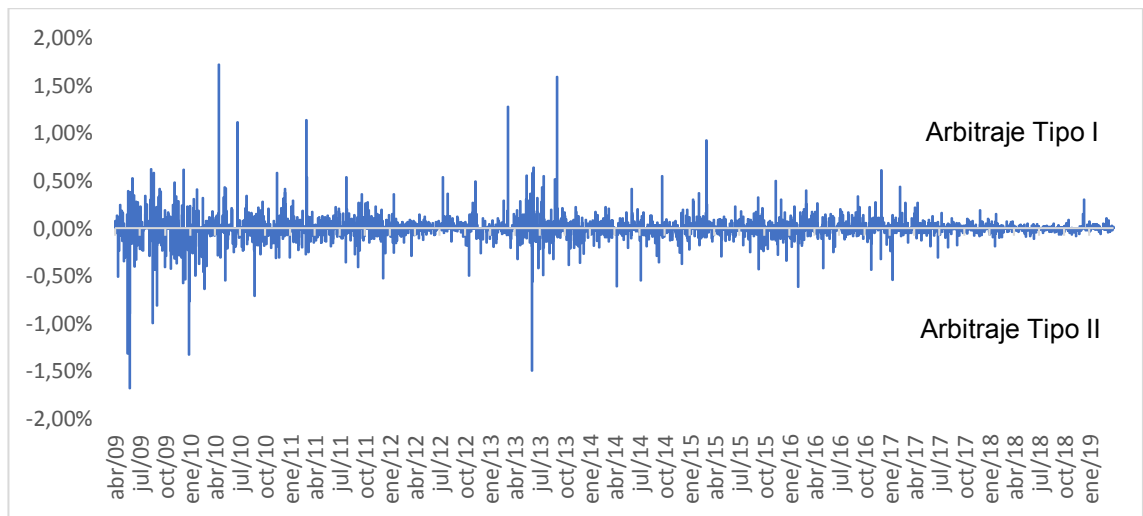
En el momento en que P_{MT} es mayor que P_{SEN} se dice que existe arbitraje tipo I, es decir, se vende simultáneamente los TES en Master Trader y se compran en el SEN. Por el contrario, cuando P_{SEN} es mayor que P_{MT} se dice que existe arbitraje tipo II, es decir, se vende simultáneamente los TES en SEN y se compran en Master Trader. A continuación, se representan las primas por arbitraje de las referencias de TES seleccionadas.

Gráfica 1. Prima por arbitraje TES Tasa Fija en pesos del 2022



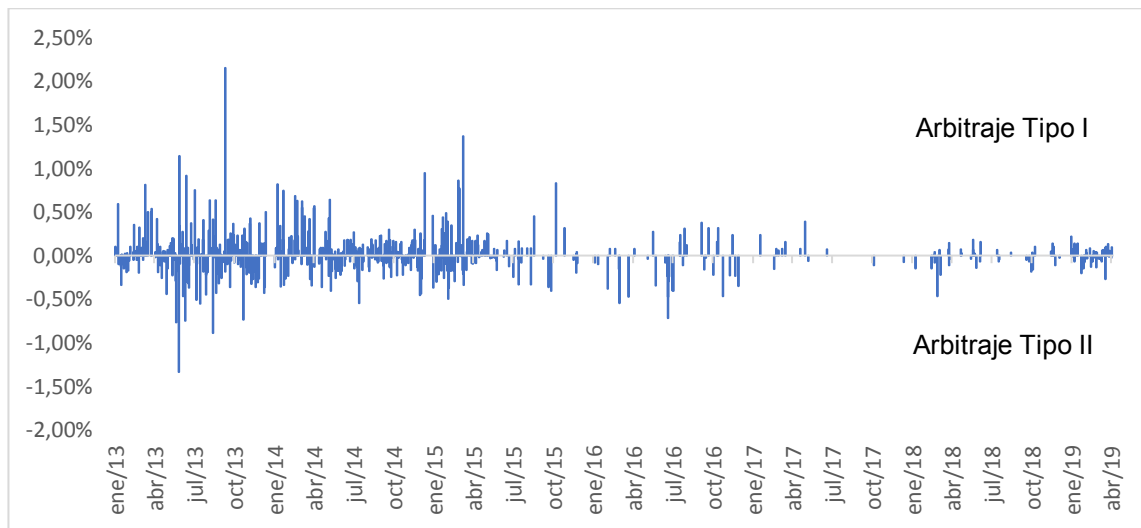
Fuente: Elaboración Propia – Bloomberg

Gráfica 2. Prima por arbitraje TES Tasa Fija en pesos del 2024



Fuente: Elaboración Propia – Bloomberg

Gráfica 3. Prima por arbitraje TES Tasa Fija en pesos del 2028



Fuente: Elaboración Propia – Bloomberg

En las gráficas 2, 3 y 4 las barras que se encuentran por encima del 0% del eje Y representan las fechas en que fue posible realizar arbitraje tipo I, de la misma manera, las barras que se encuentran por debajo del 0% del eje Y representan las fechas en que fue posible realizar arbitraje tipo II.

Lo anterior demuestra que efectivamente es posible realizar arbitraje tanto de tipo I como de tipo II en la muestra de referencias de TES seleccionadas. Adicionalmente, es relevante mencionar que en el periodo comprendido entre finales de Marzo y mediados de Junio de 2013 se registró la mayor concentración de altas primas de arbitraje, es decir mayores oportunidades de realizar operaciones de arbitraje, entre todas las referencias analizadas. Estas altas oportunidades se presentaron debido al alza de 200 puntos básicos aproximadamente en las tasas de los TES en menos de tres meses, los cuales fueron impulsados debido a la elección de Nicolás Maduro como nuevo presidente de Venezuela después de la muerte de Hugo Chávez, lo que ocasionó el cierre de las fronteras terrestres con Colombia por parte de Venezuela, país que fue su principal socio económico durante largos años. Por otro lado, se evidencia que la prima de arbitraje ha bajado considerablemente a partir de finales del 2017 con respecto a los años anteriores, confirmando la teoría de la reducción de posibilidades de arbitraje en el largo plazo.

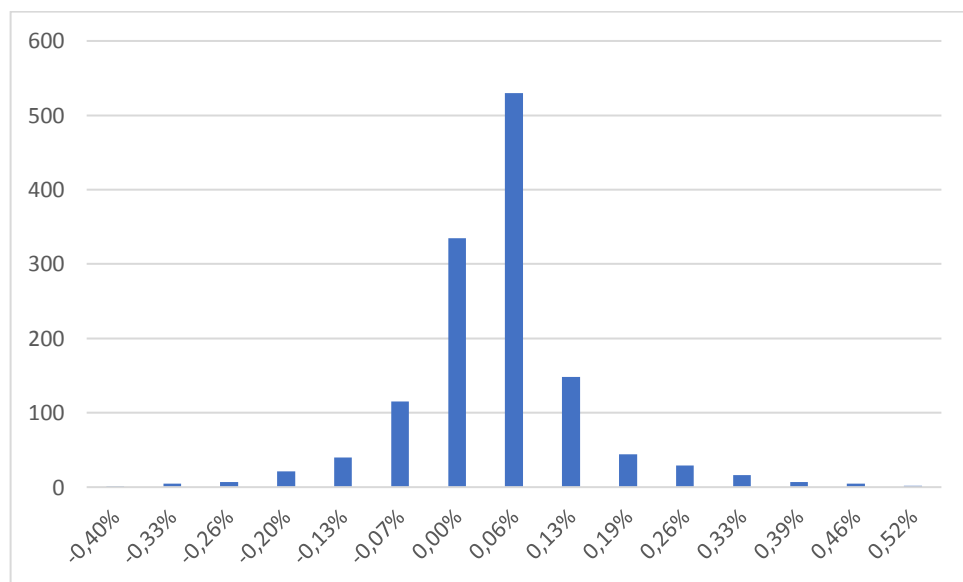
Tabla 4. Resumen oportunidades de Arbitraje

Nemotécnico	Fecha Inicial	Fecha Final	Número Días Arbitraje	Tipo I	%	Tipo II	%	Promedio Prima Arbitraje
TFIT10040522	11/05/2012	15/04/2019	1146	615	54%	531	46%	0,007%
TFIT16240724	17/04/2009	15/04/2019	2121	1081	51%	1040	49%	0,001%
TFIT16280428	10/01/2013	15/04/2019	603	315	52%	288	48%	0,016%

Fuente: Elaboración Propia – Bloomberg

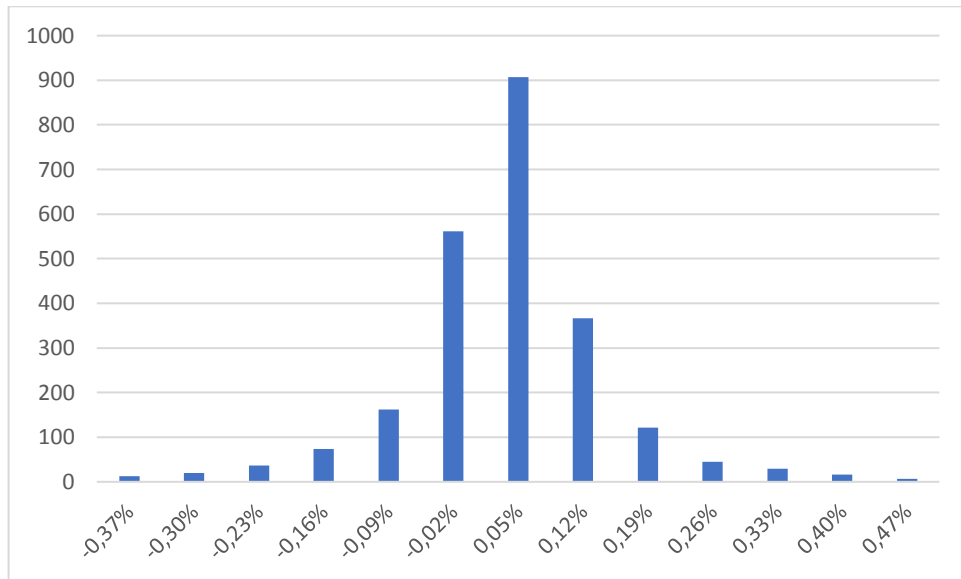
En la tabla 4 se observa que la prima promedio de arbitraje en las tres referencias seleccionadas es muy cercana a cero, lo que es congruente con la teoría de precios de arbitraje al afirmar que en el largo plazo los precios deben tender a ser iguales, eliminando así las posibilidades de arbitraje.

Gráfica 5. Distribución TES Tasa Fija en pesos del 2022



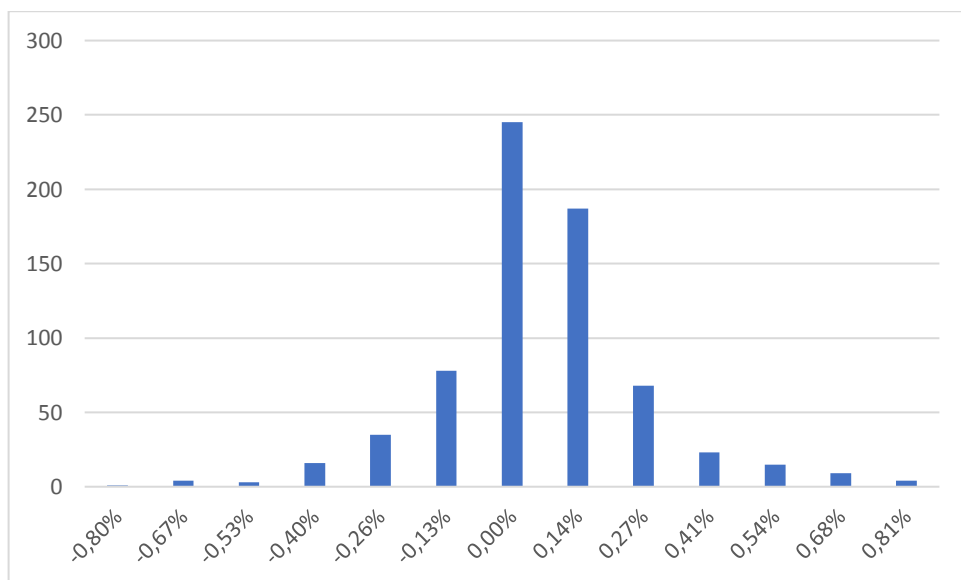
Fuente: Elaboración Propia – Bloomberg

Gráfica 6. Distribución TES Tasa Fija en pesos del 2024



Fuente: Elaboración Propia – Bloomberg

Gráfica 7. Distribución TES Tasa Fija en pesos del 2028



Fuente: Elaboración Propia – Bloomberg

De acuerdo con las gráficas de distribución anteriores, se evidencia que las primas de arbitraje siguen un ritmo normal cuya media, mediana y moda es cercana a cero para todas las referencias seleccionadas. De esta forma, es posible obtener de manera sencilla la probabilidad acerca del comportamiento

de los precios de los TES al asumir que siguen una distribución normal, permitiendo así analizar patrones inusuales y modelos estadísticos para futuras investigaciones.

Finalmente, después de demostrar que en el largo plazo los precios en ambas plataformas tienden a ser iguales, pero que aun así existen las posibilidades de arbitraje, y que dichos precios tienen una distribución normal, es factible realizar una regresión lineal múltiple que explique la existencia de dichas oportunidades de arbitraje, así como lo demuestran en estudios previos Gagnon y Karolyi (2010) y Acevedo et al. (2011).

Las variables explicativas del modelo serían entonces los precios de los TES de ambas plataformas más los costos de bolsa⁹ proporcionales a una operación de mil millones¹⁰ de nominal como se especifica en el modelo general siguiente:

$$\rho_t = \sum_{t=-1}^{+1} Precio MT_t + \sum_{t=-1}^{+1} Precio SEN_t + \sum_{t=-1}^{+1} Costos_t$$

Donde ρ_t es la prima de arbitraje, $Precio MT_t$ es el precio de los TES en Master Trader, $Precio SEN_t$ es el precio de los TES en SEN y $Costos_t$ son los costos de bolsa asociados a la operación de ambas plataformas transaccionales.

El modelo anterior se corrió para cada una de las referencias de TES seleccionadas y al igual que Acevedo et al. (2011) se desestacionalizaron las variables al obtener su logaritmo. Esto con el fin encontrar los determinantes de la prima de arbitraje y corroborar que no se estén modelando regresiones espurias¹¹, teniendo en cuenta que se están usando series de tiempo.

⁹ Los costos variables básicos de Master Trader son \$7.5 por cada millón y de SEN son \$15 por cada millón de acuerdo a las tarifas de renta fija de la Bolsa de Valores de Colombia y la Circular Externa Operativa y de Servicios DFV 102 del Banco de la República.

¹⁰ Monto mínimo de negociación de SEN.

¹¹ Regresiones que aparentan ser significativas las relaciones lineales entre las variables, a pesar de realmente no existir un vínculo entre las series.

Adicionalmente, como el modelo usa el logaritmo de las series, es necesario usar la prima de arbitraje en valores absolutos, ya que los datos negativos representan el arbitraje tipo II.

Dado lo anterior, a continuación, se muestra el modelo de la transformación de la serie de datos para desestacionalizar las variables:

$$\log(\rho) = \log(\text{Precio MT}) + \log(\text{Precio SEN}) + \log(\text{Costos})$$

Al correr el modelo la variable de costos no resultó significativa por lo cual se extrajo del mismo como se expresa a continuación:

$$\log(\rho) = \log(\text{Precio MT}) + \log(\text{Precio SEN})$$

Como se muestra en la próxima tabla, teniendo un nivel de confianza del 95%, sólo la regresión de los TES con vencimiento en abril de 2028 resulta significativa, ya que es la única referencia donde todas las variables explicativas tienen una probabilidad menor a un alfa del 5%, es decir que se rechaza la hipótesis nula¹², permitiendo de esta forma confirmar las posibilidades de arbitraje en esta título. Por otro lado, es relevante mencionar que a pesar de que el valor crítico de F de todas las referencias es cercano a cero, lo que significa que el modelo es globalmente significativo, dicho resultado no es congruente frente a las probabilidades de las variables explicativas del modelo de los TES con vencimiento en mayo de 2022 y julio de 2024. Finalmente, es importante resaltar que el R² ajustado más alto de todas las regresiones fue el de los TES con vencimiento en abril de 2028, donde las variables explicativas solo le aportan el 4,9% al resultado.

¹² H₀ = La variable independiente no afecta a la variable dependiente.

Tabla 5. Resumen de Regresiones

Nemotécnico	R ² ajustado	Valor crítico de F	Probabilidad Precio MT	Probabilidad Precio SEN
TFIT10040522	0,0128	0,0003	0,1069	0,0833
TFIT16240724	0,0262	0,0000	0,9765	0,8621
TFIT16280428	0,0491	0,0000	0,0043	0,0023

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, de acuerdo con el modelo de regresión anterior y el modelo de APT es posible afirmar que existen oportunidades de realizar arbitraje tanto tipo I como tipo II principalmente en la referencia de TES con vencimiento en abril de 2028.

4. Conclusiones

Basados con base en la premisa de que el arbitraje consiste en comprar y vender simultáneamente un mismo activo para beneficiarse de las diferencias de precios en los distintos mercados, los TES al negociarse en dos plataformas de manera simultánea permiten que los traders generen utilidades entre los sistemas de negociación.

De acuerdo con el modelo sugerido por la teoría de precios de arbitraje (APT) y usando como muestra las referencias de TES más líquidas de la curva de rendimientos, se encontró que efectivamente permiten realizar dos tipos de arbitraje. En primer lugar, con un promedio de frecuencia del 52%, está el arbitraje tipo I en el cual se vende simultáneamente los TES en Master Trader y se compran en el SEN. En segundo lugar, con un promedio de frecuencia del 48%, está el arbitraje tipo II donde se vende simultáneamente los TES en SEN y se compran en Master Trader.

Adicionalmente, en el modelo anterior se evidenció que la prima promedio de arbitraje de las tres referencias seleccionadas es del 0,008%, lo que resulta congruente con la teoría de precios de arbitraje al afirmar que en el largo plazo

los precios deben tender a ser iguales, eliminando así las posibilidades de arbitraje.

Por otro lado, se evidenció que las primas de arbitraje obtenidas con base en el modelo APT se distribuyen normalmente, cuya media, mediana y moda son cercanas a 0% para todas las referencias seleccionadas. Este resultado deja la posibilidad de que en futuras investigaciones se analicen patrones inusuales en las series de datos, con el fin de buscar la explicación a dichos movimientos de precios.

Así mismo, en la segunda parte del ejercicio práctico, gracias al desarrollo de un modelo de regresión lineal múltiple, se corroboró la posibilidad de realizar operaciones de arbitraje principalmente en los TES con vencimiento en abril de 2028, dado que teniendo un nivel de confianza del 95%, todas las variables explicativas tienen una probabilidad menor a un alfa del 5%, además de tener un valor crítico de F del 0% y evidenciando así la significancia global del modelo.

Finalmente, a pesar de que los datos de los TES con vencimiento en mayo de 2022 y julio de 2024 no cumplen con un nivel de confianza del 95%, sí siguen una distribución normal además de que el modelo es globalmente significativo al tener un valor crítico de F cercano a 0%. De ahí, que se recomienda ajustar el ejercicio práctico para futuras aproximaciones al incluir variables explicativas tales como los costos fijos de bolsa, volatilidades del mercado, proporciones de tenedores de TES, entre otros.

7. Referencias

- Acevedo, N., Fleisman, D., Montoya, A., & Mora, A. M. (2011). Arbitraje con ADRs: un estudio de caso sectorial para empresas de Colombia, México, Brasil y Chile. *Ecos de Economía*, 15(33), 7-23.
- Banco de la República Colombia. (2013). *¿Qué es política fiscal?* Obtenido de Banco de la República Colombia: <http://www.banrep.gov.co/es/contenidos/page/qu-pol-tica-fiscal>
- Banco de la República Colombia. (2013). *¿Qué es y quiénes se pueden vincular al SEN?* Obtenido de Banco de la República Colombia: <http://www.banrep.gov.co/es/temas/6481>

- Banco de la República Colombia. (2013). *¿Qué son las OMA?* Obtenido de Banco de la República Colombia: <http://www.banrep.gov.co/es/contenidos/page/qu-son-las-oma>
- Banco de la República Colombia. (2013). *Unidad de valor real (UVR)*. Obtenido de Banco de la República Colombia: <http://www.banrep.gov.co/es/unidad-valor-real-uvr>
- Bolsa de Valores de Colombia. (2018). *INET+MASTER TRADER: Guía general de impactos tecnológicos*. Obtenido de Bolsa de Valores de Colombia: http://www.bvc.com.co/recursos/Files/MasterTrader/Guia_General_de_Impactos_Tecnologicos_V5_0.pdf
- Bolsa de Valores de Colombia. (22 de Marzo de 2019). Comité Técnico del MEC. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Cano-Muñoz, A., & Sánchez-Serna, A. d. (13 de Noviembre de 2013). Futuros sobre TES tasa fija en pesos, producto derivado en el mercado de capitales colombiano. *Cuadernos de Contabilidad* 35, 14, 513-579. Obtenido de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuacont/article/view/7107>
- Gagnon, L., & Karolyi, A. G. (2010). Multi-market Trading and Arbitrage. *Journal of Financial Economics*, 97, 53-80.
- Galdi, F. C., & Lopes, B. A. (2013). Limits to Arbitrage and Value Investing: Evidence From Brazil. *Latin American Business Review*, 14(2), 107-137.
- Greene, J. (2017). *Salem Press Encyclopedia*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com.ezproxy.eafit.edu.co/login.aspx?direct=true&db=ers&AN=87325747&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Gutiérrez, L., & Otero, J. (2007). Testing for stock market integration in a developing economy: Colombia. *Applied Financial Economics Letters*, 3, 231-236.
- Levy, H., & Gunthorpe, D. (1998). *Introduction to investments*. México: Prentice Hall.
- Ley 51. (1990). *Superintendencia Financiera de Colombia*. Obtenido de <https://www.superfinanciera.gov.co/descargas?com=institucional&name=pubFile13566&downloadname=ley533-99.rtf>
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (30 de Diciembre de 2008). *Resolución 6401 de 2008*. Obtenido de https://normativa.colpensiones.gov.co/colpens/docs/resolucion_minhacienda_6401_2008.htm
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (29 de Diciembre de 2017). *Resolución 4488*. Obtenido de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/reglamentacion/archivos/Resolucion_4484_2017.pdf
- Mohanram, P. S. (2005). Separating winners from losers among low book-to-market stocks using financial statement analysis. *Review of Accounting Studies*, 133-170.
- Piotroski, J. D. (2000). Value investing: The use of historical financial statement information to separate winners from losers. *Journal of Accounting Research*, 38, 1-41.
- Redacción Economía. (17 de Septiembre de 2018). BVC actualizó su plataforma de negociación, ahora es la más moderna de América. *El Espectador*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/economia/bvc-actualizo-su-plataforma-de-negociacion-ahora-es-la-mas-moderna-de-america-articulo-812764>

Shleifer, A. (2000). *Inefficient markets: An introduction to behavioral finance*. Oxford University Press.

Shleifer, A., & Vishny, R. W. (1997). The limits of arbitrage. *Journal of Finance*, 52(1), 35-55.